

(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. ⁸ H01L 31/00	(11) 공개번호 (43) 공개일자	특2000-0004158 2000년1월25일
(21) 출원번호 (22) 출원일자 (71) 출원인	10-1998-0025559 1998년06월30일 대우전자 주식회사, 전주병 대한민국 100095 서울시 중구 남대문로5가 541	
(72) 발명자	김동균 대한민국 153-023 서울특별시 공전구 가산동 60-8	
(74) 리인	김현준 장성구	
(77) 심사청구	없음	
(54) 출원명	적외선 흡수 플로메터 및 그 제조방법	

요약

본 발명은 적외선 흡수 플로메터를 개시한다.

본 발명은 기관(212)과 기관(212) 위에 형성된 적어도 한쌍 이상의 접촉단자(214), 기관(212)을 덮는 보호층(216)을 갖는 구동기관레벨(210)과, 접촉단자(214)에 전기적으로 연결된 전도선(265)을 포함하면서 캔탈레버 형성의 지지교각(240)이 적어도 한쌍 이상이 형성되는 지지레벨(220)과, 상기 지지레벨(220)에 의해 지지되는 흡수대(295)의 내부에 연속적인 'π'자형으로 형성된 플로메터 요소(285)를 갖는 흡수레벨(230)을 구비하는 적외선 흡수 플로메터에 있어서, 상기 지지레벨(220)과 상기 구동기관레벨(210) 사이에 버팀층(257)이 형성되어 상기 지지레벨(220)의 자유단부를 지지하는 것을 특징으로 한다.

발명에 따르면, 지지레벨 내부에 형성된 전류용적으로 인해 지지레벨의 끝극부 및 자유단부의 변형을 억제할 수 있는 효과를 얻을 수 있다.

따라서, 따라서, 흡수레벨의 평탄화를 실현하여 적외선 흡수효율을 향상시키는 효과를 얻을 수 있다.

대표도

도4

발명서

도면의 간단한 설명

도 1은 종래의 플로메터를 설명하는 단면도.

도 2는 도 1에 나타난 플로메터를 보여주는 사시도.

도 3은 선회원단 적외선 흡수 플로메터를 나타내는 사시도.

도 4는 본 발명에 따른 적외선 흡수 플로메터의 단면도.

도5a 내지 5k는 본 발명에 따른 적외선 흡수 플로메터의 공정 단면도.

<도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

210 : 구동기관레벨	220 : 지지레벨	230 : 흡수레벨
212 : 기관	216 : 보호층	214 : 접촉단자
240 : 지지교각	252 : 비아홀	257 : 버팀층
265 : 전도선	270 : 포스트	
285 : 플로메터 요소	292 : 제 1 흡수층	294 : 제 2 흡수층
295 : 흡수대	300 : 제 1 회생층	307 : 버팀층 형성층

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 물체가 방사하고 있는 각종 적외선(은도)을 검출하는 플로메터에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 흡수레벨을 지지하고 있는

지지레벨의 초기 경사각을 최소화할 수 있도록 지지구조를 개선한 적외선 흡수 볼로메터 및 그 제조방법에 관한 것이다.

일반적으로 볼로메터는 적외선 센서의 감속으로서, 열체에서 방사되는 적외선을 흡수하여 열에너지로 바꿀 때 그로 인한 온도상승으로 전기저항이 변화하는 것을 측정하여 직접 접촉하지 않아도 열체 표면의 온도를 감지할 수 있는 특징을 가진다. 적외선의 파장이 가시광보다 길고 전파보다 짧은 전자기파의 일종으로 자연계에 존재하는 물체는 사람을 비롯하여 모두 적외선을 방출하고 있다. 단, 물체의 온도에 따라 그 파장이 다르므로 온도감지에 가능하다.

이와 같은 볼로메터는 금속 또는 반도체 재료를 이용하여 제조된다. 금속 볼로메터 요소는 온도의 변화에 자유전자의 밀도가 지속적으로 변화하는 특성을 가지며, 반도체 재료 볼로메터 요소는 온도변화에 따른 저항변화의 큰 민감성을 얻을 수 있다. 그러나 반도체 재료 볼로메터는 막약형으로 제조하기가 어려워 실용화되기 어려운 문제점이 있다.

도 1 및 도 2는 종래의 실시예에 따른 볼로메터를 예시한 것으로, 미합중국 특허 No.5,300,915에 "열센서(THERMAL SENSOR)"라는 명칭으로 공개되어 있다.

도 1은 종래의 실시예에 따른 볼로메터를 도시한 단면도이고, 도 2는 도 1의 사시도를 개략적으로 도시한 도면이다.

종래의 볼로메터(10)는 부상된 경슬레벨(11)과 하부레벨(12)로 이루어져 있다. 상기 하부레벨(12)은 단결정 실리콘 기판과 같은 상부가 평평한 반도체 기판(13)을 가지고 있다. 상기 반도체 기판(13)의 상부표면(14) 위에는 다이오드, X-버스터민, Y-버스터민, 접속단자, X-버스터민의 끝에 위치하는 접촉패드 등을 구비하는 집적회로(15)가 통상적인 실리콘 집적회로 제조기술을 이용하여 제조되어 있다. 상기 집적회로(15)는 실리콘 질화막(16)으로 만들어진 보호층으로 코팅되어 있다. 선행으로 패턴 도랑(17)은 부상된 경슬레벨(11)에 의해 덮여져 있지 않다. 부상된 경슬레벨(11)은 실리콘 질화막층(20), 연속적인 'n'자형으로 형성된 저항 노선(21), 실리콘 질화막층(20)과 연속적인 'p'자형으로 형성된 저항노선(22) 위에 형성된 도판과 실리콘 질화막층(22) 위에 형성된 적외선 흡수코팅(23) 등으로 이루어져 있다. 아래쪽으로 뻗어있는 실리콘 질화막층(20)(22)은 상기 부상된 경슬레벨(11)을 지지하는 기판인 네 개의 다리를 만드는 동안 동시에 만들어진다. 상기 다리는 네 개보다 적을수도 많을수도 있다. 두 레벨사이에는 반공각(26)이 형성되어 서로 이격되어 있다. 제조공정동안, 상기 반공각(26)은 실리콘 질화막층(20)(22)(22')에 증착될 때까지 용해성 유리나 용해성 재료로 제거되기 쉬운 재료로 증착되어 채워져 있다. 용해성 재료나 용해성재료가 제거되어 반공각으로 남겨진다.

상기 기술된 볼로메터에 있는 하나의 결정은 도 2에 도시된 바와 같이, 부상된 경슬레벨(11)에 지지력을 하는 다리가 함께 형성되어 있어서 적외선을 흡수하는 전지면적이 줄어들기 때문에 최대의 흡수면적(Fill Factor)을 얻을 수 없다.

이와 같은 문제점을 해결하기 위해 본 출원인은 증가된 흡수면적(Fill Factor)을 갖도록 한 볼로메터 및 그 제조방법에 대하여 대한민국 특허청에 1998년 월 일자로 특허출원번호 제 98- 호 및 제 호로 출원하였다.

도 3은 선출원된 볼로메터를 나타내는 사시도로서, 구동기관 레벨(210), 지지레벨(220), 적어도 한쌍 이상의 포스트(270), 흡수레벨(230)로 구성된다.

구동기관 레벨(210)은 집적회로(도시되지 않음)가 형성되어 있는 기판(212)과 한쌍의 접속단자(214), 그리고 보호층(216)을 포함한다.

지지레벨(220)은 실리콘 질화막으로 만들어진 한쌍의 지지교각(240)을 포함하는데, 지지교각(240)의 상부에는 티타늄(Ti) 같은 금속으로 만들어진 전도선(265)이 형성되어 있다.

흡수레벨(230)은 잔류응력이 보상되고 절연성이 우수한 실리콘 질화막 또는 실리콘 산화막으로 만들어진 흡수대(295)와 상기 흡수대(295)에 의해 둘러싸여진 연속적인 'n'자형으로 형성된 볼로메터 요소(285)를 포함한다. 상기 흡수대(295)의 상부에는 일반적인 적외선 흡수코팅(297)이 형성되어 있다.

각각의 포스트(270)는 흡수레벨(230)과 지지레벨(220)의 사이에 위치한다.

그런데, 이와 같은 종래의 적외선 흡수 볼로메터의 지지레벨(220)은 그 하부에 있던 희생층(도면상 미도시됨)이 제거되면서 구동기관레벨(210) 위에 지지되는 부분들 제외한 나머지 부분들이 부상된 상태를 유지하게 되는데 이때 지지레벨(220)의 골극부에서 팽방향으로 취해지는 초기 경사 및 지지레벨(220)의 길이방향으로 휨현상이 나타난다. 이와 같은 초기 경사 및 휨현상은 지지레벨(220)을 형성하는 동안 내부에 발생한 잔류응력의 변화에 의해 발생되는 것이다.

따라서, 적외선 흡수율이 현저하게 떨어지거나 센서로서의 역할을 하지 못하게 된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은 이와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로, 지지레벨을 형성하는 과정에서 발생한 잔류응력에 의해 취해지는 초기 경사 및 휨 발생을 최소화할 수 있도록 지지레벨의 자유단부가 구동기관레벨에 고정되는 구조를 갖는 적외선 흡수 볼로메터 및 그 제조방법을 제공하는데 그 목적이 있다.

이와 같은 목적을 실현하기 위한 본 발명은 기판과 기판 위에 형성된 접속단자 및 기판을 덮는 보호층을 갖는 구동기관레벨과, 접속단자에 전기적으로 연결된 전도선을 포함하는 경슬레벨 형성의 지지대가 적어도 한쌍 이상인 형성되는 지지레벨과, 지지레벨에 의해 지지되는 흡수대 내부에 연속적인 'n'자형으로 형성된 볼로메터 요소가 내장된 흡수레벨을 구비하는 적외선 흡수 볼로메터에 있어서, 상기 지지레벨과 상기 구동기관레벨 사이에 버팀층이 형성되어 상기 지지레벨의 자유단부를 지지하는 것을 특징으로 하는 적외선 흡수 볼로메터를 제공한다.

또한, 본 발명은 적외선 흡수 볼로메터 제조방법에 있어서, 기판과 한쌍의 접속단자를 구비하는 구동기관레벨을 형성하는 단계와; 상기 구동기관레벨 상부에 한쌍의 지지교각에 전도선이 형성되는 지지레벨을 형성하는 단계와; 상기 구동기관레벨 상부에 형성하여 상기 접속단자에 노출시키는 반구형과 버팀층 형성층이 패턴닝된 제 1 희생층을 형성하는 단계와; 상기 버팀층 형성층(307)에 열전도성이 낮은 물질층을 증착하여 버팀층(257)을 형성하는 단계와; 상기 반구형을 포함한 제 1 희생층의 상부에 지지교각을 패턴닝하고 그 위에 전도선이 패턴닝된 지지레벨을 형성하는 단계와; 상기 지지교각과 제 1 희생층의 상부에 한쌍의 구멍을 포함한 제 2 희생층을 형성하는 단계와; 상기 제

2 회성층의 상부에 제 1 열층수층, 'a' 자형으로 패터닝된 플로메터 요소 및 제 2 열층수층을 형성하여 흡수레벨을 형성하는 단계와; 상기 흡수레벨을 선평위로 패터닝하는 단계를 포함하는 적외선 흡수 플로메터 제조방법을 제공한다.

본 발명의 상기 목적과 여러 가지 장점은 이 기술 분야에 숙련된 사람들에 의해 첨부 도면을 참조하여 다음에 설명하는 발명의 바람직한 실시예로부터 더욱 명확하게 될 것이다.

발명의 구성 및 작용

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 적외선 흡수 플로메터 및 그 제조방법을 상세하게 설명한다.

도 4는 본 발명에 따른 적외선 흡수 플로메터를 도시한 단면도이다. 종래와 동일한 구성부재에 대해서는 동일부호를 부여하여 설명한다. 도시된 바와 같이, 적외선 흡수 플로메터(201)의 구성은 구동기판레벨(210), 지지레벨(220), 적어도 한층 이상의 포스트(270), 흡수레벨(230)으로 구성된다.

상기 구동기판레벨(210)은 집적회로(도시되지 않음)가 형성되어 있는 기판(212)과 한쌍의 접속단자(214), 그리고 보호층(216)을 포함한다. 금속으로 만들어진 상기 각각의 접속단자(214)는 기판(212)의 상부에 형성되어 있고 기판(212)의 집적회로에 전기적으로 접속되어 적외선 방사여지자 흡수작용에 의한 플로메터(201)의 저항변화를 집적회로에 전달한다. 상기 보호층(216)은 잔류응력이 보상되고 절연성이 우수한 재료 즉, 실리콘 질화막으로 만들어져 있으면서 기판(212)을 덮고 있도록 형성되어 기판에 손상(212)이 가지 않도록 한다.

상기 지지레벨(220)은 실리콘 질화막으로 만들어진 한쌍의 지지교각(240)을 포함한다. 상기 지지교각(240)의 상부에는 티탄층(Ti) 같은 금속으로 만들어진 전도선(265)이 형성된다. 상기 지지교각(240)의 옆기부면에는 비어홀(252)이 형성되어 있어서 전도선(265)의 한끝이 접속단자에 전기적으로 연결된다. 특히, 지지교각(240)과 구동기판(212) 사이에 버팀층(257)이 형성된다. 상기 버팀층(257)은 상기 지지레벨(220)의 자유단부 끝단이나 중간부분에 하나 혹은 필요에 따라 복수개 형성된다.

상기 버팀층(257)은 지지레벨(220)과 구동기판(210) 사이에 형성되므로 열전도율이 낮은 물질로 이루어지는 것이 바람직하며, 본 발명의 바람직한 실시예에서는 다결정 실리콘(Poly-Si)이 사용되었다.

한편, 열전도도는 버팀층(257)의 길이 및 면적과 상관관계를 가지는데 버팀층(257)의 길이는 에어갭(air-gap)의 폭으로 결정되어 있으므로 최대한 지지레벨(220)의 힘을 견뎌낼 수 있는 범위 내에서 면적을 적게 차지하도록 두께를 얇게 형성하는 것이 유리하다.

아처럼, 지지레벨(220)의 자유단부 버팀층(257)에 의해 지지되어 있는 경우 지지레벨(220)을 형성하는 과정에서 내부에 발생한 잔류응력의 집중에 의해 초기 경사각 및 열 현상이 악화되더라도 지지레벨(220)의 자유단부를 지형해주어 지지레벨(220)이 평탄한 상태를 유지하도록 한다.

이와 같은 지지레벨(220) 위에 흡수레벨(230)이 형성된다.

상기 흡수레벨(230)은 잔류응력이 보상되고 절연성이 우수한 재료로 이루어진 흡수대(295)와, 상기 흡수대(295)에 의해 둘러싸여진 'a' 자형의 플로메터 요소(285)를 포함한다. 상기 흡수대(295)의 상부에는 일반적인 적외선 흡수코팅(297)이 형성된다.

따라서, 지지레벨(220)에 의해 지지되는 흡수레벨(230)의 평탄화를 실현할 수 있어 적외선 흡수 효율을 증대시킬 수 있다.

한편, 도 5a 내지 5k는 본 발명에 따른 적외선 흡수 플로메터의 제조공정 단면도이다.

선행출원된 명세서에 기재된 바와 같이, 먼저 적외선 흡수 플로메터를 제조하기 위해 기판 상에 구동기판레벨(210)과 지지레벨(220)을 형성한다.

도시된 바와 같이, 적외선 흡수 플로메터(201)의 제조공정은 집적회로(도시되지 않음)와 한쌍의 접속단자(214)를 포함한 기판(212)의 준비로서 시작된다. 상기 각각의 접속단자(214)는 상기 기판(212)의 상부에 위치하면서 상기 집적회로에 전기적으로 접속되어 있다.

상기 보호층(216)은 실리콘 질화막(SiN_x) 같은 잔류응력이 보상된 절연성이 우수한 재료로 만들어지며, PECVD 방법을 사용하여 증착할 수 있다. 그리하여 도 5a에 도시된 바와 같이, 상기 기판(212)과 접속단자(214)를 완전하게 덮고 있는 구동기판레벨(210)이 형성된다.

다음으로, 도 5b에 도시된 바와 같이, 다결정 실리콘(poly-Si) 같은 재료로 구성되고, 평평한 상부표면을 가진 제 1 회성층(300)이 제1기상증착법(LPCVD)을 사용하여 증착된다. 그리고 나서, 상기 제 1 회성층(300)이 부분적으로 제거됨으로써 구동기판(212)의 접속단자(214)를 노출시키는 반구형(305)과 후속공정을 통해 버팀층(257)이 형성되는 공간을 제공하기 위한 버팀층 형성층(307)이 패터닝된다.

그 다음으로, 도 5c에 도시된 바와 같이, 열전도율이 낮은 다결정 실리콘(Poly-Si)과 같은 재료를 상기 버팀층 형성층(307)에 증착하여 버팀층(257)을 형성한다. 상기 버팀층(257)은 앞서 언급한 바와 같이, 열전도율이 낮은 다결정 실리콘(Poly-Si)이 적당하다. 그리고 실리콘 질화막(SiN_x) 같은 재료로 만들어진 지지층(250)이 상기 반구형(305)을 포함한 상기 제 1 회성층(300)의 상부에 PECVD 법을 사용하여 증착되며, 상기 접속단자(214)가 노출되도록 상기 지지층(250)에 한쌍의 비어홀(via hole:252)이 형성된다.

그런 후에, 도 5d에 도시된 바와 같이, 티탄층 같은 금속으로 만들어진 전도성층(260)이 상기 비어홀(252) 내부에 금속으로 만들어진 전도성층(260)이 채워지면서 상기 전도성층(260)이 상기 접속단자(214)와 전기적으로 연결된다.

다음으로, 도 5e에 도시된 바와 같이, 상기 전도성층(260)과 상기 지지층(250)은 각각 금속식각방법과 실리콘 질화막 식각방법으로 패터닝되면서 상부에 전도선(265)이 형성되어 있는 한쌍의 지지교각(240)을 형성함으로써 지지레벨(220)이 형성된다.

계속적으로, 다결정 실리콘으로 만들어진 제 2 회성층(310)이 상기 지지교각(240)과 제 1 회성층(300)의 상부에 평평한 상부표면을 형성되도록 제1기상증착법(LPCVD)법을 사용하여 증착된다. 그러므로, 상기 제 2 회성층(310)을 식각법을 사용하여, 도 5f에 도시된 바와 같이, 한쌍의 구멍(315)이 형성되도록 패터닝한다.

다음으로 도 5g에 도시된 바와 같이, 실리콘 질화막 같은 재질의 제 1 열층수층(292)이 상기 구멍(315)을 포함한 제 2 회성층(310)의 상부에 PECVD법을 사용하여 증착된다. 그런 후에, 상기 지지교각(240)의 전도선(265)이 노출되도록 제 1 열층수층(292) 안에 한쌍의 노출구멍(296)이 형성된다.

계속적으로, 도 5h에 도시된 바와 같이, 상기 노출구멍(296)을 포함한 제 1 열층수층(292)의 상부에 티탄층(Ti)층이 스퍼터링법으로 증착되고 금속식각법으로 패터닝되어 포토메터 요소(285)가 형성된다. 이때 상기 노출구멍(296)의 내부는 티탄층으로 채워지면서 한쌍의 전관(272)을 형성한다.

다음으로, 도 5i에 도시된 바와 같이, 제 1 열층수층(292)과 동일한 재료로 이루어진 제 2 열층수층(294)이 상기 연속적인 'm'자형으로 형성된 포토메터 요소(285)의 상부에 증착되어 상기 포토메터 요소(285)를 둘러싸고 있는 층수대(295)가 형성된다.

계속해서, 상기 층수대(295)의 상부에는 일반적인 적외선 흡수코팅(296)이 형성된다.

그런 후에, 도 5j에 도시된 바와 같이, 상기 층수대(295)는 식각방법을 사용하여 셀단위로 나누어 흡수레벨(230)을 형성한다.

마지막으로, 도 5k에 도시된 바와 같이, 상기 제 2 회생층(310)과 제 1 회생층(300)을 식각하여 제거한다. 이때, 지지레벨(220)의 하부는 제 1 회생층(300)이 제거되면서 에어갭이 형성되며, 지지레벨(220)의 자유단부는 버팀층(257)에 의해 지지되는 구조를 갖는다. 따라서, 지지레벨(220)을 형성하는 동안 내부에 발생된 잔류응력으로 인해 제 1 회생층(300)이 제거되는 과정에서 지지레벨(220)의 절곡부 및 자유단부에서 변형되는 것을 억제한다.

따라서, 적외선 에너지가 흡수되었을 때, 연속적인 'm'자형으로 형성된 포토메터 요소(285)의 저항값이 바뀌고, 바뀐 저항값에 의하여 전압, 또는 전류가 변화한다. 변화된 전류나 전압은 집적회로에 입력시켜 증폭되어 출력되고, 증폭된 전류나 전압은 감속회로(도시되지 않음)에 의해 원래저 저항선 센싱이 된다.

상술한 바와 같이 본 발명은 바람직한 예를 중심으로 설명 및 도시되었으나, 본 기술 분야의 숙련자라면 본 발명의 사상 및 범주를 벗어나지 않고 다양하게 변형 실시 할 수 있음을 알 수 있을 것이다.

발명의 효과

상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 지지레벨 하부에 버팀층을 형성함으로써 지지레벨 내부에 발생된 잔류응력으로 인해 지지레벨의 절곡부 및 자유단부의 변형을 억제할 수 있는 효과를 얻을 수 있다. 따라서, 따라서, 흡수레벨의 평탄화를 실현하여 적외선 흡수효율을 향상시키는 효과를 얻을 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

기판(212)과 기판(212) 위에 형성된 적어도 한쌍 이상의 접속단자(214), 기판(212)을 덮는 보호층(216)을 갖는 구동기판레벨(210)과, 접속단자(214)에 전기적으로 연결된 전도선(265)을 포함하면서 캔틸레버 형상의 지지교각(240)이 적어도 한쌍 이상이 형성되는 지지레벨(220)과, 상기 지지레벨(220)에 의해 지지되는 층수대(295)의 내부에 연속적인 'm'자형으로 형성된 포토메터 요소(285)를 갖는 흡수레벨(230)을 구비하는 적외선 흡수 포토메터에 있어서, 상기 지지레벨(220)과 상기 구동기판레벨(210) 사이에 버팀층(257)이 형성되어 상기 지지레벨(220)의 자유단부를 지지하는 것을 특징으로 하는 적외선 흡수 포토메터.

청구항 2.

적외선 흡수 포토메터 제조방법에 있어서,

기판(212)과 한쌍의 접속단자(214)를 구비하는 구동기판레벨(210)을 형성하는 단계와;

상기 구동기판레벨(210) 상부에 한쌍의 지지교각에 전도선이 형성되는 지지레벨(220)을 형성하는 단계와;

상기 구동기판레벨(210) 상부에 형성하여 상기 접속단자(214)를 노출시키는 반구멍(305)과 버팀층 형성층(307)이 패터닝된 제 1 회생층(300)을 형성하는 단계와;

상기 버팀층 형성층(307)에 열전도율이 낮은 물질을 증착하여 버팀층(257)을 형성하는 단계와;

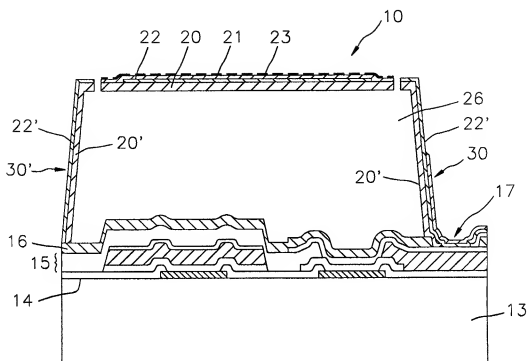
상기 반구멍(305)을 포함한 제 1 회생층(300)의 상부에 지지교각(240)을 패터닝하고 그 위에 전도선(265)이 패터닝된 지지레벨(220)을

형성하는 단계와; 상기 지지교각(240)과 제 1 회생층(300)의 상부에 한쌍의 구멍(315)을 포함한 제 2 회생층(310)을 형성하는 단계와;

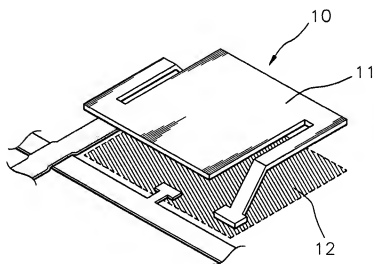
상기 제 2 회생층(310)의 상부에 제 1 열층수층(292), 'm'자형으로 패터닝된 포토메터 요소(285) 및 제 2 열층수층(294)을 형성하여 흡수레벨(230)을 형성하는 단계와; 상기 흡수레벨(230)을 셀단위로 패터닝하는 단계를 포함하는 적외선 흡수 포토메터 제조방법.

도면

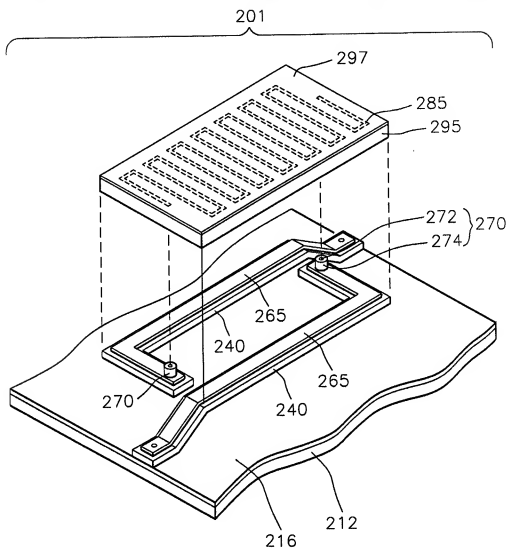
도면 1

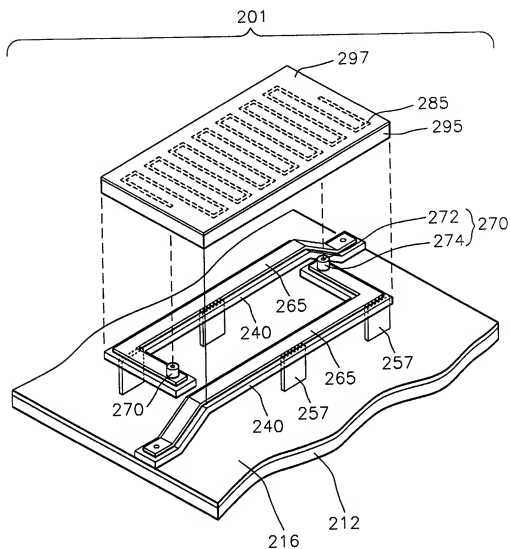


도면 2

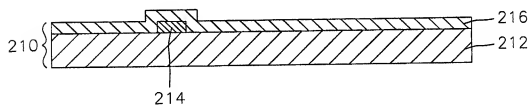


도면 3

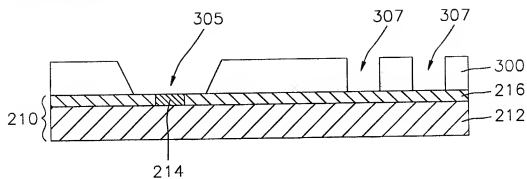




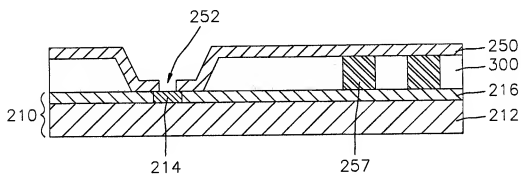
도면 5a



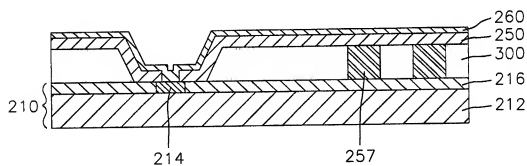
도면 5b



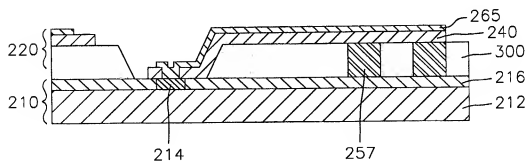
도면 5c



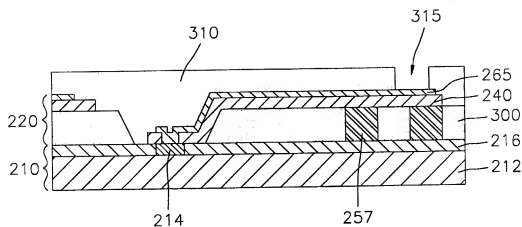
도면 5d



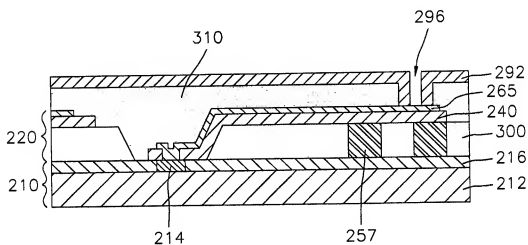
도면 5e



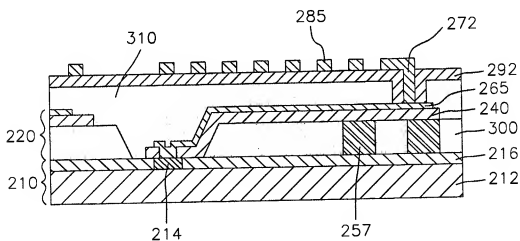
도면 5f



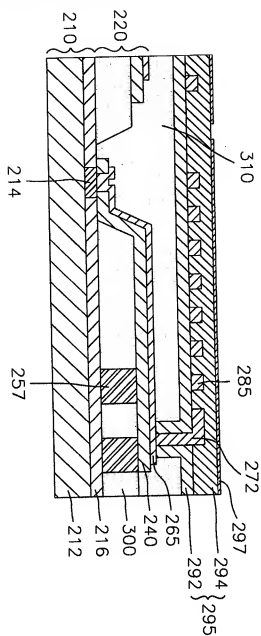
도면 5g



도면 5h



도면 5i



5 15 51

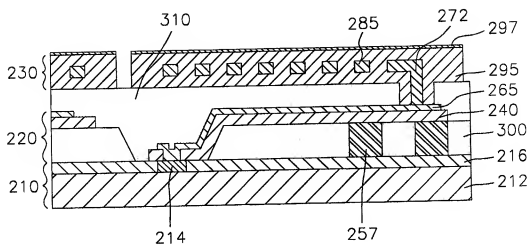


图 5k

